نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۸، ص ۲۳۳-۲۲۱

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 9, No. 1, Spring - Summer 2019, p. 221-233

مکان‌یابی مراکز شبکه خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی با استفاده از مدل مکان‌یابی پوشش بیشینه

مرتضی زنگنه[1*] - اسداله اکرم[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۱۱

چکیده

نتایج تحقیقات مختلف در بخش خدمات نشان داده است که تأمین مطلوب خدمات عامل مهمی در افزایش بهره‌وری زنجیره تأمین کشاورزی است. در این پژوهش بخشی از الزامات استقرار شبکه خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی در بخش کشاورزی که مربوط به مکان این مراکز است مورد بررسی قرارگرفته است. مکان‌یابی این مراکز از طریق تعیین حیطه عمل و استقرار مناسب شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی بر اساس ظرفیت‌های منطقه‌ای و با در نظر گرفتن فاصله انواع مشتریان این‌گونه مراکز انجام‌شده است. در این مطالعه از مدل مکان‌یابی پوشش بیشینه استفاده‌شده است که توسط نرم‌افزار CPLEX و الگوریتم شاخه و حد حل‌شده است. در این پژوهش به‌منظور نشان دادن قابلیت‌های عملی روش‌ها و مدل‌های توسعه داده‌شده، یک مطالعه موردی دریکی از شهرستان‌های استان همدان انجام‌شده است. به‌منظور یافتن شعاع پوشش کامل در هریک از دهستان‌های موردمطالعه، شعاع‌های پوشش مختلف آزمون شد. بدین منظور از شعاع پنج تا ۱۶۰ کیلومتر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در برخی شعاع‌های پوشش، نه‌تنها مکان بهینه تغییر نمی‌کند، بلکه تعداد نقاط پوشش داده‌شده نیز ثابت است. هم‌چنین نتایج مدل حاکی از آن است که شعاع پوشش به‌منظور پوشش کامل مزارع متقاضی دریافت خدمات کشاورزی در هر دهستان متفاوت است به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان ۲۰ کیلومتر در دهستان درجزین علیا و کم‌ترین میزان ۱۰ کیلومتر در دهستان سردرود سفلی است. در هر شعاع پوشش، مکانی که با استفاده از مدل پوشش بیشینه انتخاب شده قادر است بیش‌ترین تعداد نقاط تقاضا را تحت پوشش قرار دهد، زیرا در تابع هدف این مدل، بیشینه‌سازی بر اساس تعداد مشتریان انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم شاخه و حد، خدمات کشاورزی، مدل پوشش بیشینه، مکان‌یابی، نقاط تقاضای خدمات

مقدمه

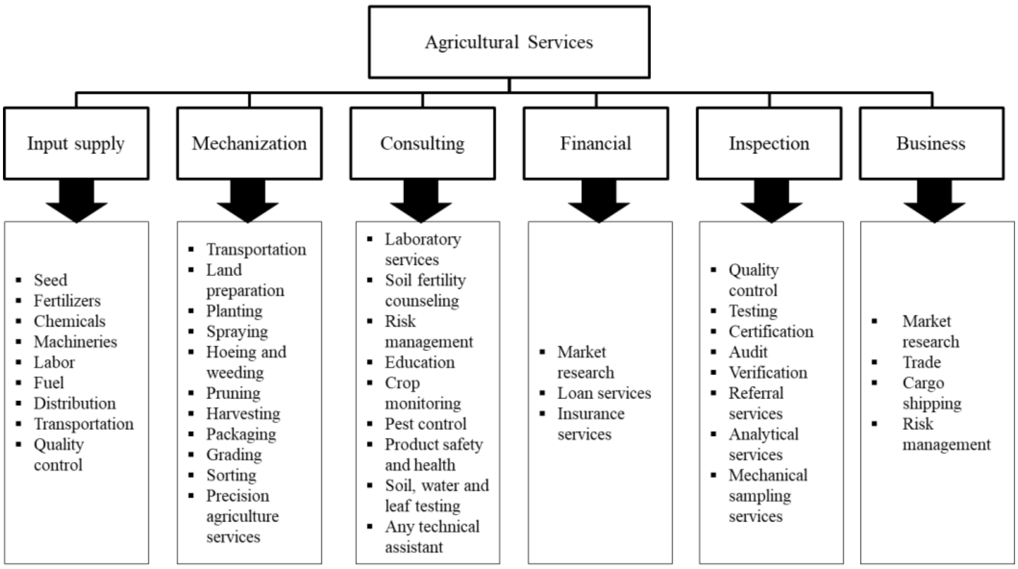
تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین کشاورزی شامل چندین سطح از تصمیمات به‌صورت سلسله مراتبی است. این تصمیمات بر اساس تأثیرات آن‌ها در کل زنجیره تأمین به سه سطح راهبردی[3]، تاکتیکی[4] و عملیاتی[5] طبقه‌بندی می‌شوند (Satake *et al.*, 2003; Chopra and Meindl, 2003). در موضوع زنجیره تأمین کشاورزی، چهار حوزه کاربردی شامل: (۱) تولید، (۲) برداشت و فرآوری، (۳) ذخیره‌سازی و (۴) توزیع قابل‌تعیین است (Ahumada and Villalobos, 2009). در هر حوزه تصمیمات جداگانه‌ای موردنیاز است که هر تصمیم می‌تواند در سطح خاصی از سطوح مدیریتی قرار گیرد. به‌عنوان‌مثال در یک مطالعه، موضوع کشت محصولات استراتژیک زراعی استان البرز با استفاده از روش دلفی فازی و AHP موردمطالعه قرار گرفت (Sharifi *et al.*, 2013). یکی از تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در مدیریت زنجیره تأمین کشاورزی، انتخاب مکان قرارگیری تأسیسات بخش کشاورزی است. بسیاری از مطالعات مکان‌یابی تأسیسات و تسهیلات کشاورزی، در کشورهای درحال‌توسعه انجام می‌شود که معمولاً پیرو درخواست‌ها و سفارش‌های بخش دولتی است. دلیل این موضوع آن است که بخش کشاورزی در این‌گونه کشورها بسیار راهبردی است؛ از آنجاکه باعث

۱- استادیار، گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: zanganeh@guilan.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v9i1.65741
3- Strategic
4- Tactical
5- Operational

استقلال غذایی کشور می‌شود، درآمدهای ارزی را تحریک می‌کند و نقش مهمی در اشتغال کشور دارد (Lucas and Chhajed, 2004).

شبکه خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی که مکان‌یابی آن در این پژوهش مدنظر قرارگرفته، عبارت از یک نظام خدمات فنی و مهندسی غیردولتی و غیرمتمرکز با مشارکت دانش‌آموختگان کشاورزی است. این شبکه از طریق فعال کردن بخش خصوصی کارآمد، مؤثر و پایدار با هدف تأمین نیازهای فنی و اطلاعاتی بهره‌برداران، اصلاح مدیریت مزارع و کاربرد فناوری‌های نوین در عرصه کشاورزی، در سال ۱۳۸۶ توسط سازمان نظام‌مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی ایجاد شده است (Ebrahimi, 2007).

شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی طیف وسیعی از خدمات موردنیاز زنجیره تأمین کشاورزی را عرضه می‌کنند. هریک از انواع خدمات موردنیاز در زنجیره تأمین کشاورزی دارای زیرگروه‌هایی هستند. در این پژوهش با مراجعه به خدمات در حال ارائه در چندین شرکت خدمات کشاورزی بزرگ در کشورهای مختلف اروپایی و آمریکایی و هم‌چنین شرح خدمات مندرج در برنامه عملیاتی شبکه خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی که توسط سازمان نظام‌مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی تدوین‌شده است، خدمات کشاورزی طبقه‌بندی و به‌صورت شکل ۱ ارائه‌شده است.



شکل ۱– فهرست انواع خدمات کشاورزی در زنجیره تأمین کشاورزی (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig.1. List of agricultural services in agricultural supply chain (Reference: Research findings)

نتایج تحقیقات مختلف در بخش خدمات حاکی از آن است که تأمین مطلوب خدمات عامل مهمی در افزایش بهره‌وری زنجیره تأمین کشاورزی است. در این بخش نتایج برخی از مطالعات مرتبط با این موضوع در تعدادی از خدمات کشاورزی موردبحث قرارگرفته است. نتایج یک پژوهش حاکی از آن است که پس از آزادسازی بازار در بیش‌تر کشورهای در حال توسعه، اکثر شرکت‌های تأمین‌کننده نهاده‌های کشاورزی در مناطق متمرکز شهری یا مراکز اصلی مناطق روستایی باقی ماندند. درنتیجه این تغییرات، بسیاری از کشاورزان فقیر در مناطق روستایی از دسترسی به‌موقع به نهاده‌های کشاورزی مانند بذرهای اصلاح‌شده، کودهای مختلف و غیره که برای ارتقای راندمان تولید خود نیاز داشتند محروم شدند (Dorward and Chirwa, 2011). این وضعیت در حال حاضر نیز در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه و ازجمله ایران وجود دارد. این شرایط در مورد تولیدکنندگان خُرد و نظام بهره‌برداری خرده‌مالکی در ایران بسیار وخیم‌تر است و باعث کاهش بهره‌وری تولید و یکی از موانع توسعه بخش کشاورزی شده است. کشاورزی تقریباً تنها بخشی از تولید و اقتصاد است که از سطح زمین به‌عنوان یک نهاده حیاتی در تابع تولید خود استفاده می‌کند. توزیع گسترده جغرافیایی تولیدات کشاورزی نتیجه اقتصادی مهمی به دنبال دارد و آن ضرورت وجود سیستم حمل‌ونقل در این حوزه است. حمل‌ونقل برای انتقال محصول از مزرعه به محل مصرف‌کننده و حمل انواع نهاده از تأمین‌کننده‌ها به مزرعه ضروری است (Timmer *et al.*, 1983). شواهد گویای این مطلب است که اغلب جمعیت روستایی در کشورهای درحال‌توسعه به دلیل پراکندگی جغرافیایی نامناسب نمی‌توانند به تأمین‌کنندگان نهاده‌های کشاورزی دسترسی مناسب داشته باشند (Farrow *et al.*, 2011). بدین ترتیب موضوع یافتن مکان مناسب برای تأمین‌کنندگان

نهاده‌های کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است.

تولید، توزیع، تعمیر، نگه‌داری، مدیریت و استفاده از ابزار، ادوات و ماشین‌های کشاورزی، در حوزه خدمات مکانیزاسیون کشاورزی قرار می‌گیرد (Lak and Almasi, 2011). نکته مهم در خدمات مکانیزه آن است که چگونه این خدمات در قالب یک روش مؤثر در اختیار زنجیره تأمین کشاورزی قرار گیرد. در مقاله دیگری سه زنجیره تأمین خدمات مکانیزه کشاورزی در سه کشور موردمطالعه قرار گرفت که در آن پنج عضو برای زنجیره تأمین مکانیزاسیون شناسایی شد: (۱) سیاست‌گذاران، (۲) واردکنندگان، تولیدکنندگان و خرده‌فروشان، (۳) تأمین‌کنندگان خدمات اجاره ماشین‌های کشاورزی، (۴) تأمین‌کنندگان خدمات تعمیر و نگه‌داری ماشین‌های کشاورزی و (۵) کشاورزان (Sims and Kienzle, 2009). در مطالعه Sims و Kienzle (۲۰۰۹) روش مؤثر تأمین و توزیع خدمات مکانیزه به مشتریان خود مورداشاره قرار نگرفته است. اما در پژوهش حاضر، راهبرد مشخصی برای تأمین و توزیع خدمات مکانیزه به همراه سایر خدمات موردنیاز زنجیره تأمین کشاورزی مدنظر قرارگرفته است. خدمات مشاوره کشاورزی به‌عنوان فعالیت‌های شناخته‌شده‌ای است که دانش جدید را به تولیدکنندگان بخش کشاورزی معرفی می‌کند و به آن‌ها در ارتقای مهارت‌های مدیریت تولید یاری می‌رساند (Chipeta, 2006). درمجموع می‌توان گفت خدمات مشاوره‌ای یک نیاز اساسی در زنجیره تأمین کشاورزی است و دسترسی به این خدمات برای کشاورزان برای تشویق آنان به استفاده ازاین‌گونه خدمات بایستی به‌اندازه کافی ساده و راحت باشد. درمجموع می‌توان گفت یافتن مکان مناسب برای ایجاد مراکز خدمات در بخش کشاورزی موضوع مهمی است زیرا عدم رعایت اصول مکان‌یابی منجر به افزایش هزینه‌های عملیاتی خواهد شد. انجام عملیات مکان‌یابی در کشاورزی اعم از مراکز خدماتی یا مراکزی که به‌نوعی عملیات توزیع محصولات را در بخش کشاورزی به عهده‌دارند موردتوجه محققین زیادی بوده است؛ اما تعداد مقالاتی که در این حوزه مطالعاتی در بخش کشاورزی انتشاریافته بسیار کم‌تر از حوزه مشابه در بخش شهری و صنعتی است.

برای حل مسائل مکان‌یابی روش‌های متعددی به‌کار گرفته‌شده مانند الگوریتم ژنتیک (Doh *et al.*, 2009)، روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1] (Laporte and Dasci, 2005)، روش آنتروپی[2] (Brandeau and Chiu, 1989)، شبکه عصبی فازی (Berman*et al.*, 2008) و روش بهینه‌سازی تجمع ذره[3] (Kayikci, 2010) و غیره. بیش‌ترین تعداد مقالات در منابع مرتبط با موضوع کشاورزی به جایابی تسهیلات مربوط به زیست‌توده می‌شود. پس از تعیین خدماتی که بایستی در طول زنجیره تأمین کشاورزی یک منطقه توزیع شود، نوبت به تعیین مکان مراکزی می‌رسد که قرار است این خدمات را توزیع کنند. مکان در کشاورزی در همه مقیاس‌ها، نتیجه اثر متقابل عوامل فیزیکی، فرهنگی، اقتصادی و رفتاری است. در برنامه اجرایی استقرار شبکه مراکز خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی (Anonymous, 2012) دو ایراد اساسی مشاهده می‌شود. موضوع اول مربوط به راه‌اندازی خدمات در این مراکز است که عدم توجه برنامه عملیاتی تهیه‌شده توسط وزارت جهاد کشاورزی به توان موجود در بخش، موفقیت اقتصادی و پایداری مراکز را در هاله‌ای از ابهام قرار داده است. ایراد دوم در مورد روش مکان‌یابی پیشنهادشده در برنامه عملیاتی این شبکه است. بنابراین برای رفع این چالش در این تحقیق یک روش مکان‌یابی برای شبکه مراکز خدمات کشاورزی توسعه داده‌شده است. مسئله مکان‌یابی مراکز خدمات کشاورزی دارای ابعاد و ویژگی‌های زیادی است.

در بسیاری از مسائل مکان‌یابی، خدماتی که مشتریان توسط تسهیلات دریافت می‌کنند به فاصله بین تسهیلات و مشتری بستگی دارد. در یک مسئله مکان‌یابی مشتری می‌تواند خدمات خود را از هر تسهیلی که فاصله بین آن تسهیل و مشتری مساوی یا کم‌تر از یک عدد تعیین‌شده باشد دریافت کند. این مقدار حساس، فاصله پوشش یا شعاع پوشش نامیده می‌شود. Church و ReVelle (۱۹۷۴) مسائل پوششی بیشینه‌سازی را مدل کردند. مسائل مکان‌یابی بر اساس نمودار آن‌ها به دوشاخه تقسیم می‌شود: شبکه‌های درختی و شبکه‌های عمومی. به‌علاوه، این مسائل به دو مسئله تقسیم می‌شوند: مسائل پوشش کلی و پوشش جزئی، بر اساس این‌که همه یا برخی از نقاط تقاضا پوشش داده می‌شود. مسئله پوششی کاربردهای زیادی دارد ازجمله: توزیع محصولات، مکان‌یابی انبار، مکان تسهیلات خدمات اورژانسی (Francis *et al.*, 1992).

در این پژوهش بخشی از الزامات استقرار شبکه خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی در بخش کشاورزی که مربوط به مکان این مراکز است موردمطالعه قرار گرفته است. مکان‌یابی مراکز از طریق تعیین حیطه عمل و استقرار متناسب شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی بر اساس ظرفیت‌های منطقه‌ای و با در نظر گرفتن فاصله انواع مشتریان این‌گونه مراکز انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها

در مسئله مکان‌یابی مراکز خدمات مشاوره‌ای، فنی و مهندسی کشاورزی، سه نوع متقاضی دریافت خدمات طبقه‌بندی‌شده است. مشتریان نوع اول که بیش‌ترین تعداد را در بین انواع مشتریان دارند؛ مزارع و واحدهای تولیدکننده محصولات کشاورزی هستند. هر یک از نقاط تقاضای این دسته از مشتریان، ممکن است انواع متفاوتی از

1- Analytical Hierarchy Process (AHP)
2- Entropy
3- Particle Swarm Optimization (PSO)

خدمات را در زمان‌های متفاوتی نیاز داشته باشند. این دسته از مشتریان به دلیل تعداد و پراکندگی زیاد، جهت سهولت مدل‌سازی در نقاط روستایی که در آن واقع‌شده‌اند به‌صورت یک نقطه متمرکز در نظر گرفته می‌شوند. هم‌چنین با بررسی‌های صورت گرفته، به دلایل مختلف ازجمله دسترسی به امکانات مختلف، امنیت، کاهش تردد و غیره مکان پیشنهادی استقرار مراکز خدمات نیز همین نقاط روستایی در نظر گرفته‌شده است. به‌منظور حمل‌ونقل محصولات کشاورزی از محل تولیدکنندگان، در مسئله مکان‌یابی حاضر، مسافت تا محل تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود و مقصد حمل محصول در این مسئله مطالعه نمی‌شود. مشتریان نوع دوم و سوم، خواستار دسترسی به خدمات در مکان خودشان هستند. این نوع از مشتریان ممکن است در برخی مناطق و زنجیره‌های تأمین کشاورزی وجود داشته باشند. این دو گروه مشتریان شامل کارخانه‌های فراوری و صنایع تبدیلی و تکمیلی و انبارها و سیلوها هستند که عمدتاً در مراحل پس از تولید محصولات کشاورزی فعالیت می‌کنند. برای تأمین تقاضای انواع مختلف مشتریان، تعداد سفرهای متفاوتی از محل مراکز خدمات تا محل مشتریان و یا بالعکس نیاز است. هر یک از مراکز خدمات انواع یکسانی از خدمات را به مشتریان خود عرضه نمی‌کنند. درمجموع ۱۲۷ نوع بسته خدماتی برای ارائه در یک مرکز خدمات وجود دارد.

مسئله مکان‌یابی پوشش بیشینه که در این تحقیق مورداستفاده قرارگرفته است یکی از مشهورترین مسائل پوشش جزئی است (Farahani *et al.*, 2012). هدف این مسئله، بیشینه‌سازی مجموع تقاضاهای پاسخ‌داده‌شده با تعداد محدودی از مراکز خدمات است؛ به‌عبارت‌دیگر این‌یک مسئله برون‌زا است. برای حل این مسئله مکان‌یابی، از مدل خطی پوشش بیشینه استفاده‌شده است (رابطه (۱)). همان‌طوری که در این رابطه مشاهده می‌شود تابع هدف این مدل می‌خواهد مجموع تقاضای نقاط تقاضای پاسخ‌داده‌شده را بیشینه نماید. مدل مورداستفاده در این پژوهش با در نظر گرفتن میزان و محل تقاضای دریافت خدمات و حداکثر تعداد مراکز خدمات بهترین مکان برای ایجاد مراکز خدمات را محاسبه می‌نماید. رابطه‌های (۲) و (۳) قیدهای مسئله هستند. رابطه (۲) تضمین می‌کند که اگر مشتری در شعاع پوشش مرکز خدمات باشد تحت پوشش این مرکز قرار می‌گیرد. رابطه (۳) بیان‌کننده محدودیت تعداد مراکز خدمات است که می‌توان در یک منطقه مستقر کرد.

$$\max \sum_{i=1}^{n} h_i Z_i \tag{۱}$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j \geq Z_i \; \forall i \tag{۲}$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_j \leq P \tag{۳}$$

$$X_j = 0,1 \forall j$$

$$Z_i = 0,1 \forall i$$

که در آن:

i: اندیس مربوط به مشتریان نوع اول تا سوم $i = 1, \dots, n$

n: تعداد مشتریان نوع اول تا سوم.

j: اندیس مربوط به مکان پیشنهادی استقرار مراکز خدمات کشاورزی $j = 1, \dots, m$

m: تعداد مکان پیشنهادی استقرار مراکز خدمات کشاورزی.

h_i: پارامتر میزان تقاضای نقطه تقاضای i، بیان‌کننده تعداد دفعات سفر لازم برای تأمین کامل تقاضای مشتری.

a_{ij}: پارامتر باینری پوشش نقطه تقاضای i توسط نقطه نامزد j، مقدار آن یک است اگر نقطه تقاضای i در شعاع پوشش نقطه نامزد j قرار گیرد مقدار آن یک است و در غیر این صورت صفر است.

P: پارامتر تعداد مرکز خدمات در دهستان مورد مطالعه.

Z_i: متغیر تصمیم باینری پوشش نقطه تقاضای i، اگر نقطه تقاضا پوشش داده شود مقدار آن یک است و در غیر این صورت صفر است.

X_j: متغیر تصمیم باینری مکان استقرار مرکز خدمات در نقطه نامزد j، اگر مرکز خدمات در مکان نامزد j مستقر شود مقدار آن یک است و در غیر این صورت صفر است.

در این پژوهش به‌منظور نشان دادن قابلیت‌های عملی روش‌ها و مدل‌های توسعه داده‌شده، یک مطالعه موردی در یکی از شهرستان‌های استان همدان انجام‌شده است. شهرستان رزن در شمال استان همدان واقع‌شده است. استان همدان ۱/۲ درصد از مساحت ایران را به خود اختصاص داده و در شمال غرب ایران بین عرض جغرافیایی °۳۶ و ´۴۰ و طول جغرافیایی °۴۸ و ´۳۱ واقع است. کل مساحت استان همدان ۱۴۹۴۴۰۰ هکتار است که ۶۶۰۰۰۰ هکتار از آن، یعنی حدود ۴۴/۱۶ درصد زمین‌های زراعی است (Zangeneh *et al.*, 2010). شهرستان رزن به سه بخش اصلی تقسیم‌شده است: بخش مرکزی، بخش سردرود و بخش قروه درجزین. هر یک از بخش‌های شهرستان رزن دارای چندین دهستان است. در مجموع هفت دهستان در این شهرستان وجود دارد. در این مطالعه هر دهستان به‌عنوان یک منطقه جداگانه موردمطالعه قرارگرفته است.

مهم‌ترین مشخصات دهستان‌های موردمطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

در این پژوهش با استفاده از مختصات جغرافیایی روستاهای هر دهستان، فاصله بین هر روستا با سایر روستاهای آن دهستان محاسبه شد. سپس مجموع فاصله هر روستا با سایر روستاهای دهستان به دست آمد. میزان وزن تقاضای هر روستا بستگی به مجموع سطح زیر کشت آن و نوع محصولات کاشته شده دارد. بر اساس وزن تقاضای هر روستا، تعداد دفعات سفر لازم برای پوشش همه خدمات موردنیاز آن روستا توسط مرکز خدمات محاسبه شد. به‌عنوان‌مثال در دهستان بغراطی ۱۲۷۲۴ سفر برای تأمین نهاده کل زمین‌های زیر کشت این دهستان لازم است.

جدول ۱- ویژگی‌های مناطق موردمطالعه (دهستان‌های شهرستان رزن در استان همدان)

Table 1- Case study characteristics (Districts of Razan in Hamedan) (Zangeneh *et al.*, 2010)

دهستان **District**	جمعیت **Population**	تعداد روستا **Number of villages**	مجموع سطح زیر کشت **Total cultivated area (ha)**
بغراطی (Boqrati)	15826	14	23489
درجزین علیا (Darjazin-Olia)	14642	28	25521
درجزین سفلی (Darjazin-Sofla)	12515	15	6157
خرقان (Kharaqan)	5240	17	10746
رزن (Razan)	14740	28	16594
سردرود علیا (Sardrood-Olia)	11344	12	20644
سردرود سفلی (Sardrood-Sofla)	8113	18	14530

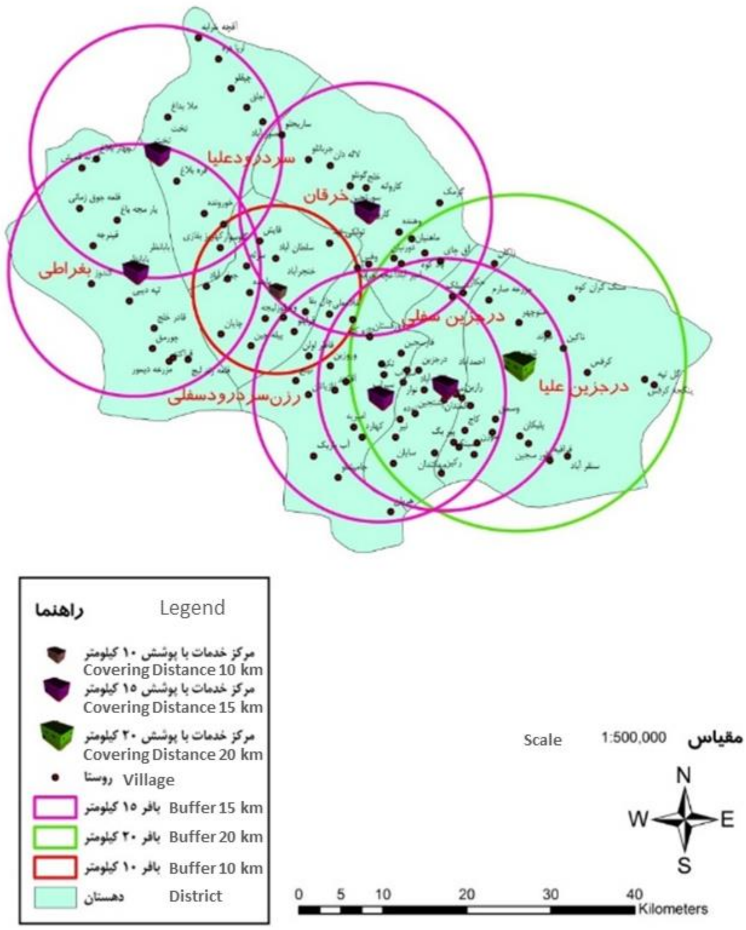
برای انجام خدمات مکانیزاسیون نیز ۲۹۰۸۴ سفر موردنیاز است. بدین ترتیب درمجموع ۸۴۳۱۳ سفر برای تأمین همه خدمات کشاورزی زمین‌های زیر کشت این دهستان در یک سال زراعی لازم است. این محاسبات بر اساس ظرفیت عملیاتی و تعداد روزهای کاری و ساعات کاری در هرروز محاسبه‌شده است. پس از محاسبه تعداد سفر لازم، حداکثر تعداد مرکز خدمات در هر دهستان یک عدد در نظر گرفته شد و مدل نوشته‌شده در نرم‌افزار CPLEX اجرا شد و بهترین مکان انتخاب شد.

نتایج و بحث

اصلی‌ترین مبنای انتخاب مکان بهینه در مدل‌های پوششی، قرارگیری نقاط تقاضا در شعاع پوشش تعیین‌شده برای مکان پیشنهادی است. به‌منظور یافتن شعاع پوشش کامل در هریک از دهستان‌های موردمطالعه، شعاع‌های مختلف آزمون شد. بدین منظور از شعاع پنج تا ۱۶۰ کیلومتر موردبررسی قرار گرفت. با افزایش شعاع پوشش در برخی از مدل‌های اجراشده، نه‌تنها مکان بهینه تغییر نمی‌کند، بلکه تعداد نقاط پوشش داده‌شده نیز ثابت است. محل قرارگیری انواع مختلف مشتریان متفاوت است، بدین ترتیب که مشتریان نوع اول به‌صورت کامل در داخل دهستان واقع هستند، اما مشتریان نوع دوم و سوم در سطح استان گسترده هستند. شعاع پوشش به‌منظور پوشش کامل مشتریان نوع اول در هر دهستان متفاوت است به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان شعاع پوشش ۲۰ کیلومتر و در دهستان درجزین علیا موردنیاز است و کم‌ترین میزان شعاع پوشش ۱۰ کیلومتر و در دهستان سردرود سفلی قرار دارد. جدول ۲ شعاع پوشش در هر دهستان به‌منظور پوشش مشتریان نوع اول را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز محل استقرار مراکز خدمات و شعاع عملکردی هریک، برای کوچک‌ترین مدل پوشش که توانسته است تمام مشتریان نوع اول را پوشش دهد مشخص کرده است.

پس از اجرای مدل مکان‌یابی توسط نرم‌افزار CPLEX، پاسخ مدل پوشش بیشینه در شعاع عملکردهای مختلف در جدول ۳ گزارش‌شده است. در هر شعاع پوشش، مکانی که معرفی‌شده است قادر است بیش‌ترین تعداد نقاط تقاضا را تحت پوشش قرار دهد، زیرا در تابع هدف این مدل، بیشینه‌سازی حول محور تعداد مشتریان قرارگرفته است. مدل پوشش بیشینه در هر دهستان به‌طور جداگانه اجراشده و پاسخ‌های بهینه هریک گزارش‌شده است. شکل ۳ موقعیت قرارگیری و شعاع پوشش برای مکان‌های بهینه پوشش کامل را نشان می‌دهد، بدین معنی که اگر مراکز خدمات در مکان‌های منتخب در این مدل مستقر شوند، قادر خواهند بود که تمام نقاط تقاضای تعریف‌شده برای آن مرکز را از بُعد مسافت تحت پوشش خود قرار دهند؛ اما نکته مهمی که در اینجا باید موردتوجه قرار گیرد آن است که مکان منتخب در هر دهستان و مرکز خدمات مستقرشده در آن مکان بهینه، فقط برای پوشش نقاط تقاضای تعریف‌شده برای همان مرکز مورداستفاده است و با وجود اینکه ممکن است نقاط تقاضای سایر دهستان‌ها در شعاع پوشش مرکز خدمات دهستان دیگر قرار گیرند اما این موضوع به معنی تأمین تقاضای آن نقاط تقاضا توسط این مرکز خدمات نیست. دلیل این موضوع، بحث محدودیت ظرفیت ارائه خدمات مراکز خدمات کشاورزی است که تعیین می‌کند چه تعداد

نقاط تقاضا تحت پوشش قرار گیرد؛ بنابراین به‌منظور تـأمین تقاضـای یک نقطه تقاضا دو عامل بایستی در نظر گرفته شـود: (۱) قرارگیـری نقطه تقاضا در شعاع پوشش یک مرکز خـدمات و (۲) وجـود ظرفیـت کافی برای تأمین تقاضای آن مشتری در مرکز خدمات. بـدین ترتیـب اگریک نقطه تقاضا در شعاع پوشش دو مرکز خدمات باشد می‌تواند به هریـک از مراکـز خـدمات کـه ظرفیـت ارائـه خـدمات بـه آن را دارد تخصیص داده شود.



شکل ۲– نقشه شعاع عملکردی مراکز خدمات مستقرشده برای پوشش کامل مشتریان نوع اول (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig.2. The map of service radius of located centers for complete covering of first type customers (Reference: Research findings)

جدول ۲– شعاع پوشش به‌منظور پوشش مشتریان نوع اول در دهستان‌های مورد مطالعه

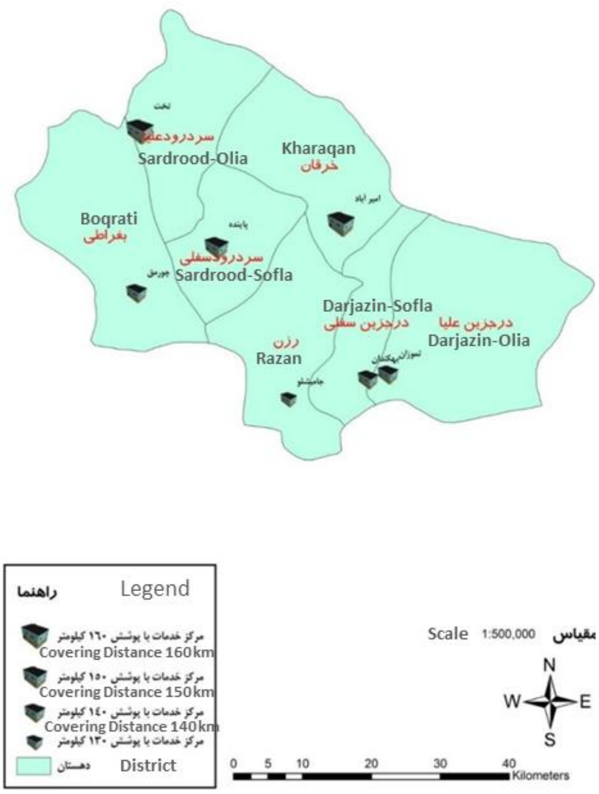
Table 2- Covering distance for first customers in studied region

دهستان **District**	سردرود سفلی **(Sardrood-Sofla)**	سردرود علیا **(Sardrood-Olia)**	رزن **(Razan)**	خرقان **(Kharaqan)**	درجزین سفلی **(Darjazin-Sofla)**	درجزین علیا **(Darjazin-Olia)**	بغراطی **(Boqrati)**
مکان منتخب Selected location	خنجرآباد (Khanjarabad)	تخت (Takht)	سیراب (Sirab)	کاروانه (Karvaneh)	احمدآباد (Ahmadabad)	شوند (Shavand)	بابانظر (Babanazar)
شعاع پوشش (کیلومتر) Covering distance (km)	10	15	15	15	15	20	15

جدول ۳- پاسخ مدل پوشش بیشینه در شعاع پوشش‌های مختلف در دهستان‌های مورد مطالعه

Table 3- Solution of maximum covering model in different covering distances in studied region

	دهستان **District**						
شعاع پوشش Covering distance (km)	**سردرود سفلی (Sardrood-Sofla)**	**سردرود علیا (Sardrood-Olia)**	**رزن (Razan)**	**خرقان (Kharaqan)**	**درجزین سفلی (Darjazin-Sofla)**	**درجزین علیا (Darjazin-Olia)**	**بغراطی (Boqrati)**
5	Serleh 6	Takht 3	Tekye 9	Amirabad 8	Nezamabad 8	Nain 3	Tapedibi 4
10	Khanjarabad 14	Gharebologh 6	Madabad 20	Sortejin 13	Ahmadabad 12	Shavand 11	Tapedibi 10
15	Khanjarabad 16	Takht 11	Sirab 23	Karvaneh 16	Ahmadabad 15	Valashejard 20	Babanazar 13
20	Payandeh 16	Ojagh 11	Kahard 24	Aghchekharabeh 17	Ahmadabad 16	Shavand 24	Gheynarjeh 14
25	Pilejin 17	Kahrizboghazi 13	Jamishloo 27	Amorabad 17	Behkandan 17	Pirbag 25	Tapedibi 15
30	Payaneh 17	Khorvandeh 13	Abbarik 27	Amirabad 17	Ahmadabad 17	Pelikan 25	Gharakand 17
35	Chalbogha 20	Gavsavar 15	Amiriye 27	Amirabad 17	Sayan 20	Rakin 27	Gharakand 19
40	Pilejin 21	Khorvandeh 15	Abbarik 29	Aghchekharabeh 18	Behkandan 20	Pirbag 28	Churmagh 22
50	Payaneh 23	Gavsavar 18	Amiriye 30	Aghchekharabeh 21	Behkandan 23	رکین 31	Churmagh 23
60	Chalbolagh 26	Khorvandeh 20	Abbarik 34	Aghchekharabeh 24	Nir 25	Pelikan 31	Gharakand 27
70	Chalbolagh 33	Khorvandeh 23	Abbarik 42	Amirabad 25	Nir 28	Rakin 35	Churmagh 33
80	Pilejin 35	Gavsavar 30	Amiriye 42	Aghchekharabeh 28	Poshtejin 35	Pirbag 42	Churmagh 34
90	Payandeh 35	Gavsavar 32	Amiriye 42	Aghchekharabeh 36	Ahmadabad 35	Pirbag 43	Tapedibi 35
100	Pilejin 37	Takht 32	Abbarik 47	Amirabad 36	Sayan 36	Rakin 44	Churmagh 40
110	Pilejin 42	Gavsavar 35	Abbarik 53	Amirabad 36	Sayan 43	Rakin 51	Churmagh 42
120	Pilejin 45	Khorvandeh 39	Abbarik 56	Amirabad 39	Behkandan 46	Rakin 57	Gharakand 45
130	Pilejin 47	Gavsavar 42	Jamishloo 59	Aghchekharabeh 46	Ahmadabad 49	Pelikan 57	Churmagh 47
140	Pilejin 51	Khorvandeh 43		Amirabad 47	Behkandan 52	Tamuzan 60	Churmagh 51
150	Payandeh 52	Khorvandeh 48		Amirabad 51			
160		Takht 49		Amirabad 53			

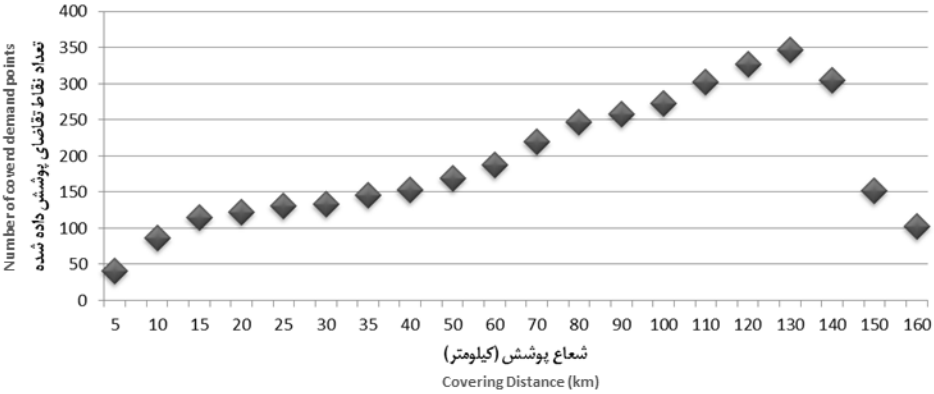


شکل ۳- موقعیت قرارگیری مکان‌های منتخب در مدل پوشش کامل در دهستان‌های مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig.3. Location of selected points in set covering model in studied region (Reference: Research findings)

موقعیت نقاط منتخب در مدل پوشش کامل هر سه نـوع مشـتری در شکل ۳ نشان داده‌شـده اسـت. همـان‌طـوری کـه در ایـن شـکل مشاهده می‌شود نقـاط منتخـب در برخـی از دهسـتان‌هـا در منـاطق مرکزی دهستان واقع‌شده است درحالی‌که در برخـی دیگـر ایـن‌طـور نیست. دلیل این موضوع به موقعیت مکانی مشتریان هر مرکز خدمات مربوط است، لذا الزامـاً نقـاط مرکـزی بهتـرین نقـاط بـرای اسـتقرار شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای نیستند. وزن تقاضـای هریـک از نقـاط تقاضا در نزدیک کردن محل بهینه مرکز خدمات بـه آن نقـاط تقاضـا مؤثر است؛ زیرا مدل مکان‌یابی به دنبال بهینه کردن تعداد تردد بـرای پوشش تقاضای نقاط تقاضاسـت. ازایـن‌رو الزامـاً نقطـه مرکـزی هـر دهستان بهترین مکان برای استقرار مرکز خدمات نیست.

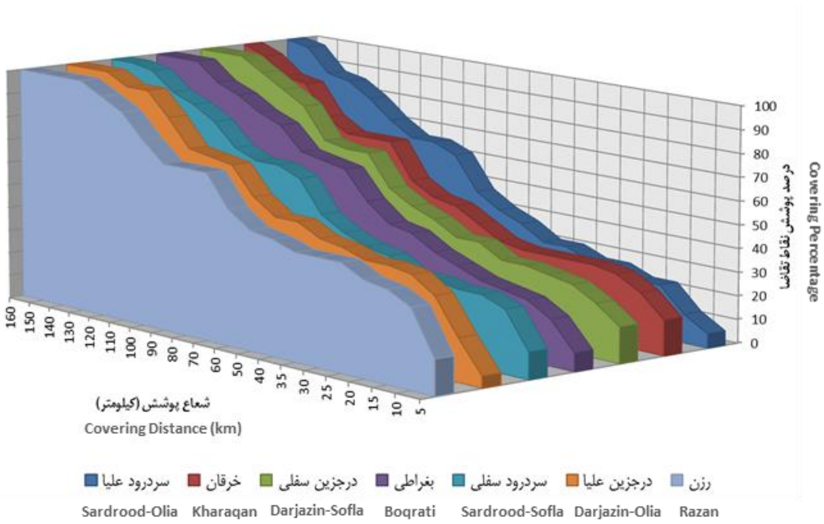
نتایج مدل پوشش نشان داد که در هریک از شـعاع‌هـای پوشـش مطالعه شده، تعـداد متفـاوتی از نقـاط تقاضـا پوشـش داده مـی‌شـود. به‌منظور نشان دادن این موضوع، شکل ۴ ترسیم شد. همان‌طوری که در این شکل دیده می‌شود افـزایش شـعاع پوشـش بـه هـر مقـداری، نمی‌تواند به‌صورت محسوس تعداد نقاط تقاضای پوشـش داده‌شـده را افزایش دهد. به‌عنوان‌مثال از شعاع ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر و یـا ۸۰ تـا ۹۰ کیلومتر تفاوت محسوس نیست؛ بنابراین هنگـام تنظـیم برنامـه‌هـای عملیاتی مراکز خدمات کشاورزی، با توجه به ماهیـت خـدمات‌رسـانی کشاورزی که مستلزم انجام ترددهای اجتناب‌ناپذیر و طی مسافت‌های زیاد است، بهتر است حجم تقاضای مشتریان واقع در لایه‌های دورتـر شعاع عملکردی مرکز خدمات به‌دقت مدنظر قرار گیرد تا توجیه کـافی برای طی مسافت، هرچند در داخل شعاع پوشش، وجود داشـته باشـد. البته در ایـن مطالعـه، مشـتریان نـوع دوم و سـوم در فواصـل دورتـر قرارگرفته‌اند و پوشش آن‌ها در اینجا ضروری است، زیرا مشتریان نوع دوم و سوم عمدتاً مراکز نگه‌داری محصولات و کارخانه‌های فراوری و صنایع تبدیلی- تکمیلی هستند کـه در شـهرک‌هـا و نـواحی صـنعتی استان قرارگرفته‌اند. نکته آخر در این بخش مربوط بـه بیشـینه تعـداد نقاط تقاضای پوشش داده‌شده در شکل ۴ است که نشان می‌دهد اگـر همه مراکز خدمات ۱۳۰ کیلومتر شعاع پوشش داشته باشند، بیش‌ترین تعداد مشتریان تحت پوشش قرار می‌گیرند. باید به این نکته توجه کرد که برای پوشش کامل همه مشتریان، شـعاع پوشـش مراکـز خـدمات دهستان‌های مختلف متفاوت است اما با شعاع یکسـان، ۱۳۰ کیلـومتر شعاع پوشـش بیشـینه مراکـز خـدمات کشـاورزی در شهرسـتان رزن محسوب می‌شود.



شکل ٤- مجموع نقاط تقاضای پوشش داده‌شده در شعاع پوشش‌های مختلف در کل شهرستان رزن (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig.4. Total number of covered demand points in different covering distances (Reference: Research findings)

به‌منظور نشان دادن وضعیت پوشش نقاط تقاضا در هریک از دهستان‌های مورد مطالعه در هر یک از شعاع‌های پوشش بررسی‌شده، شکل ۵ ترسیم‌شده است. همان‌طوری که در این شکل دیده می‌شود در شعاع‌های مختلف، درصد نقاط پوشش داده‌شده در دهستان‌های مختلف متفاوت است.



شکل ۵- درصد پوشش نقاط تقاضا در هریک از شعاع‌های پوشش آزمون شده به تفکیک دهستان (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig.5. Covering percentage of demand points in all tested covering distances (Reference: Research findings)

تعداد مقالاتی که به موضوع مکان‌یابی مراکز خدمات پرداخته‌اند بسیار زیاد است درحالی‌که آن دسته از این مطالعات که به مراکز خدمات کشاورزی پرداخته‌اند بسیار محدود است. به‌عنوان‌مثال مهدوی و کریم‌زاده (Mahdavi and Karimzadeh, 2007) با استفاده از GIS شهرستان ورزقان را برای مکان‌یابی مراکز خدمات روستایی پهنه‌بندی کردند. در این مطالعه ابتدا استقرار سکونتگاه‌ها ازنظر عوامل طبیعی در چهار شاخص سطوح ارتفاعی، شیب، قابلیت اراضی و دسترسی به منابع آب موردبررسی قرار گرفت. سپس ارزش سکونتگاه‌ها ازنظر عوامل انسانی در پنج معیار جمعیت، دسترسی، خدمات بهداشتی، خدمات آموزشی و تسهیلات زیربنایی مشخص گردید. برای هریک از این اطلاعات، یک‌لایه اطلاعاتی تهیه شد و با تلفیق آنها مناطق مناسب برای استقرار مراکز خدمات روستایی پهنه‌بندی شد. تحقیق حاضر از حیث روش با مطالعه فوق دارای تفاوت است. تحقیق حاضر از یک مدل ریاضی خطی برای یافتن بهترین پاسخ از یک فضای گسسته استفاده کرده درحالی‌که مطالعه فوق روش همپوشانی نقشه‌ها و توابع تحلیلی همسایگی به‌کاربرده

است. نتایج تحقیق حاضر به‌صورت نقـاط بهینـه گـزارش‌شـده اسـت درحالی‌که مطالعه فوق مناطقی از یک شهرستان را بـه‌عنـوان پهنـه مستعد استقرار مراکز خدمات روستایی گزارش کـرده اسـت. عملیـات پهنه‌یابی فقط بخشی از پاسخ نهایی یک مسـئله مکـان‌یـابی اسـت و لازم است فرآیند مکان‌یابی تا پیدا کردن نقاط بهینه استقرار تسهیلات ادامه یابد که از این حیث مطالعـه مهـدوی و کـریم‌زاده (Mahdavi and Karimzadeh, 2007) نیاز به تکمیل دارد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش چگـونگی انتخـاب بهتـرین مکـان ایجـاد مراکـز خدمات مشاوره‌ای، فنـی و مهندسـی کشـاورزی مـورد بررسـی قـرار گرفت. به‌منظور یافتن شعاع پوشش کامل در هریک از دهسـتان‌هـای مورد مطالعه، شعاع‌های مختلف آزمون شد. بدین منظور از شعاع پـنج تا ۱۶۰ کیلومتر مورد بررسی قرار گرفت. جمع‌بندی نتایج این مطالعـه نشـان داد کـه هنگـام تنظـیم برنامـه‌هـای عملیـاتی مراکـز خـدمات کشاورزی، با توجه به ماهیت خدمات‌رسانی کشـاورزی کـه مسـتلزم انجام ترددهای اجتناب‌ناپذیر و طی مسافت‌های زیاد است، بهتر اسـت حجم تقاضای مشتریان واقع در لایه‌های دورتر شعاع عملکردی مرکز خدمات به‌دقت مدنظر قرار گیرد. بدین ترتیب توجیه کافی بـرای طـی مسافت، هرچند در داخل شعاع پوشش، وجود خواهد داشت. بر اسـاس نتایج این تحقیق، اگر همه مراکز خدمات ۱۳۰ کیلومتر شعاع پوشـش داشته باشند، بیش‌ترین تعداد مشتریان تحت پوشش قـرار مـی‌گیرنـد. باید به این نکته توجه کرد که برای پوشـش کامـل همـه مشـتریان، شعاع پوشش مراکز خدمات دهستان‌های مختلـف متفـاوت اسـت امـا شعاع ۱۳۰ کیلومتر، شعاع پوشش بیشینه مراکز خدمات کشـاورزی در شهرستان رزن محسوب می‌شود.

References

1. Ahumada, O., and J. R. Villalobos. 2009. Application of planning models in the agri-food supply chain: a review. European Journal of Operational Research 195 (1): 1-20.
2. Anonymous. 2012. Guidance package supplemental plan for equipping the network of mechanization companies from the place of credit subsidies inputs and factors of agricultural production. Row 2-520000 Budget law of the year 2011. (In Farsi).
3. Berman, O., Z. Drezner, and G. O. Wesolowsky. 2008. The multiple location of transfer points the multiple locations of transfer points. Journal of the Operational Research Society 59 (6): 805-811.
4. Brandeau, M. L., and S. S. Chiu. 1989. An overview of representative problems in location research. Management Science 35 (6): 645-674.
5. Chipeta, S. 2006. Demand driven agricultural advisory services. Neuchatel Group. Denmark.
6. Chopra, S., and P. Meindl. 2003. Supply chain management: strategy, planning and operation. Pearson Education Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
7. Church, R., and C. ReVelle. 1974. The maximal covering location problem. Papers Region Science Association 32 (1): 101-118.
8. Doh, J. P., K. Bunyaratavej, and E. D. Hahn. 2009. Separable but not equal: The location determinants of discrete services offshoring activities. Journal of International Business Studies 40 (6): 926-943.
9. Dorward, A., and E. Chirwa. 2011. The Malawi agricultural input subsidy programme: 2005/06 to 2008/09. International Journal of Agricultural Sustainability 9 (1): 232-247.
10. Ebrahimi, A. 2007. Design and support of the private network agricultural engineering consulting services. Organization of Agricultural Engineering and Natural Resources of the Country. Tehran. (In Farsi).
11. Farahani, R. Z., N. Asghari, N. Heidari, M. Hosseininia, and M. Goh. 2012. Covering problems in facility location: A review. Computers and Industrial Engineering 62 (1): 368-407.
12. Farrow, A., K. Risinamhodzi, S. Zingore, and R. J. Delve. 2011. Spatially targeting the distribution of agricultural input stockists in Malawi. Agricultural Systems 104 (9): 694-702.
13. Francis, R. L., L. F. McGinnis, and J. A. White. 1992. Facility layout and location: an analytical approach. Prentice Hall. Englewood.
14. Kayikci, Y. 2010. A conceptual model for intermodal freight logistics center location decisions. Procedia-Social and Behavioral Sciences 2 (3): 6297-6311.

15. Lak, M. B., and M. Almasi. 2011. An analytical review of parameters and indices affecting decision making in agricultural mechanization. Australian Journal of Agricultural Engineering 2 (5): 140-146.
16. Laporte, G., and A. Dasci. 2005. A continuous model for multi-store competitive location. Operations Research 53 (2): 263-280.
17. Lucas, M., and D. Chhajed. 2004. Applications of location analysis in agriculture: a survey. Journal of the Operational Research Society 55 (6): 561-578.
18. Mahdavi, M., and H. Karimzadeh. 2007. Zoning the central part of Varzaghan city to locate rural service centers using GIS. Geographical Researches 55: 203-224.
19. Satake, T., O. Sakata, Y. Ohta, and T. Furuya. 2003. Optimal layout design for agricultural facility using simulated annealing. The CIGR Journal 5: 1-11.
20. Sims, G. B., and J. Kienzle. 2009. Farm equipment supply chains; guidelines for policy-makers and service providers: experiences from Kenya, Pakistan and Brazil. FAO. Rome, Italy.
21. Sharifi, M., A. Akram, Sh. Rafiee, and M. Sabzeparvar. 2013. Prioritizing the cultivation of strategic crops in Alborz province using Delphi fuzzy and analytic hierarchy process. Journal of Agricultural Machinery 4 (1): 116-124. (In Farsi).
22. Timmer, C. P., W. P. Falcon, and S. R. Pearson. 1983. Food policy analysis. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
23. Zangeneh, M., M. Omid, and A. Akram. 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy 35 (7): 2927-2933.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 9, No. 1, Spring - Summer 2019, p. 221-233

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۸، ص ۲۳۳-۲۲۱

Locating Advisory and Agricultural Engineering Service Network using Set Covering Model

M. Zangeneh[1*]- A. Akram[2]
Received: 03-07-2017
Accepted: 02-12-2017

Introduction

In this research, a part of the requirements for the establishment of a network of consultancy, agricultural engineering and technical services in the agricultural sector, which is related to the location of these centers, has been reviewed. The location of these centers has been done through the determination of the field of operation and the appropriate establishment of consulting, engineering, and agricultural consulting companies based on regional capacities and taking into account the distance between the types of customers of such centers.

Materials and Methods

In the issue of locating service centers three main types of customer can be classified. First-class customers, which have the largest number among different types of customers, are farms and units that produce agricultural products. Each point of demand for these categories of customers may require different types of services at different times. Due to the large number and dispersion, these category of customers are considered as a focal point for ease of modeling in rural areas where they are located. Also, due to various reasons, including access to various facilities, security, traffic congestion and etc., the nominations for deployment of service centers are also considered in the same rural areas. In order to transport agricultural products from the place of production, the current location is considered to be the distance from the manufacturer's place, and the destination of the product is not studied in this issue. Second and third-type customers are demanding access to services at their own place. These types of customers may exist in some areas and agricultural supply chains. These two groups of customers include refineries, warehouses and silos mainly operating in the post-harvest of agricultural production. To meet the demand for each of the different demand points of different types of customers, the number of different trips from service centers to customer premises or vice versa is required. Each service center does not offer the same type of service to its customers. A total of 127 service packages are available for provision at a service center.

Results and Discussion

The main basis for choosing the optimal location for covering models is the placement of demand points in the defined coverage radius for the candidate points. Different radius were tested to find the perfect coverage radius in each of the studied villages. For this purpose, a radius of five to 160 kilometers was examined. In some coverage radius, not only does the optimal location not change, but the number of served points is also fixed. The location of different types of customers is different, so that the first type of customers are fully located in the village, but second and third type customers are widespread in the Hamedan province.

Conclusions

To conclude, it is necessary to consider the demand of customers located in the further distances of the service center due to the nature of the agricultural service, which requires inevitable traffic over long distances, when adjusting the operational plans of the agricultural service centers. To provide sufficient justification for the distance, though within the radius of coverage. Thus, the results of this research show that if all service centers cover 130 kilometers of radius, the largest number of customers will be covered. It should be noted that for the full coverage of all customers, the coverage radius of the service centers varies, but with the same radius, the 130

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Mechanzation Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2- Assiciate Professor, Department of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, University of Tehran, Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: zanganeh@guilan.ac.ir)

km radius is the largest coverage of the agricultural service centers in the Razan city.

Keywords: Agricultural services, Branch and bond algorithm, Maximum covering model, Facility location, Demand points